

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ ПО ФОРМЕ ЛЕЖАЧИХ КАПЕЛЬ (ПУЗЫРЬКОВ)

В. И. МЕЛИК-ГАЙКАЗЯН, В. В. ВОРОНЧИХИНА

(Представлена научно-методическим семинаром химико-технологического факультета)

Для бесконтактного определения поверхностного натяжения σ различных вязких жидкостей, например, расплавленных металлов, сплавов, силикатов, а также смол, масел и растворов поверхностно-активных веществ обычно рекомендуется использование равновесных форм образуемых ими больших лежащих капель или полостей (пузырьков), обладающих осевой симметрией. Эта рекомендация, содержащаяся в большинстве публикаций [1, 2], была теоретически обоснована [3] тем, что в случае больших капель, экваториальный диаметр которых превышает ординату экватора более чем в четыре раза, величину последней удастся измерить значительно точнее и тем самым повысить точность определения σ . Использование больших капель, однако, сопряжено с рядом экспериментальных трудностей и почти неизбежными искажениями их формы при фотографировании [4]. В связи с этим представлялось рациональным использовать для измерений малые капли и пузырьки, а форму их оценивать по способу Андреса, Хаузера и Тукера [5], предложенному ранее для случая висячих капель. Для составления соответствующих таблиц VII и VIII¹⁾ были использованы результаты численного решения уравнения Лапласа [7], проведенного Башфортом и Адамсом [8].

Методика определения σ поясняется рис. 1, на котором схематически изображена форма меридионального сечения малой капли. Измеряя на негативе фотоснимка диаметр экватора d_e и диаметр сечения d_s , проведенного на выбранном уровне К, можно из отношения $S = d_s/d_e$ и соответствующей кривой (S, β) на рис. 2 или значительно точнее табл. VIII оценить величиной β форму данной капли [7, 8].

Значение σ вычисляется по соотношению

$$\sigma = \frac{g(D_1 - D_2)b^2}{\beta},$$

где D_1 и D_2 — плотности граничащих фаз, g — ускорение силы тяжести, b — радиус кривизны поверхности капли в ее вершине. Значение b находится в виде частного от деления истинной величины диаметра экватора d_e на удвоенную величину $\left(\frac{x}{b}\right)_{90^\circ}$, содержащуюся в табл. VII для данного β .

¹⁾ Табл. VII и VIII являются продолжением опубликованных ранее табл. II и III для висячих капель [6]. В вычислениях, связанных с составлением табл. VII и VIII, принимала участие инж. О. М. Коновалова.

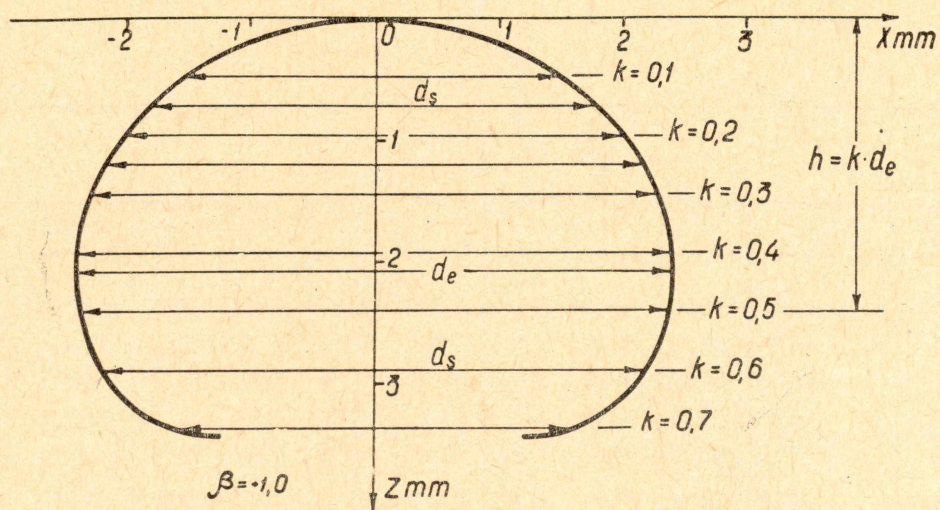


Рис. 1.

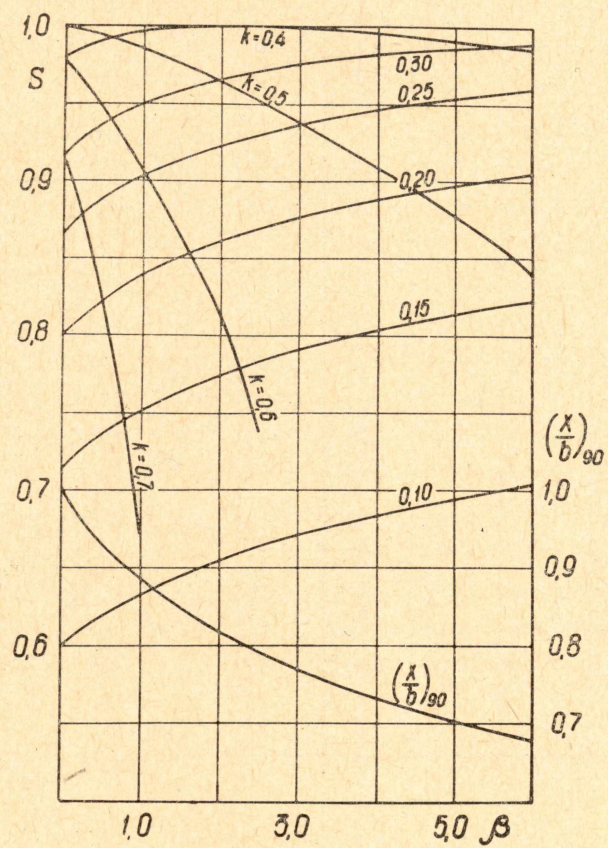


Рис. 2.

Таблица VIII

$\frac{x}{b} ; \varphi = 90^\circ$										
$+\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	1,0 0000	9836	9673	9511	9351	9193	9036	8880	8726	8573
0,1	0,9 8421	8271	8122	7974	7828	7683	7539	7397	7255	7115
0,2	6976	6838	6701	6566	6432	6298	6166	6035	5905	5776
0,3	5648	5521	5395	5270	5147	5024	4901	4780	4660	4541
0,4	4422	4305	4188	4072	3957	3843	3730	3617	3505	3394
0,5	3283	3173	3064	2956	2848	2742	2635	2530	2425	2321
0,6	2217	2114	2012	1910	1809	1708	1608	1509	1411	1313
0,7	1215	1118	1022	0926	0831	0736	0642	0549	0456	0363
0,8	0271	0180	0089	9998	9908	9818	9729	9640	9552	9464
0,9	0,8 9377	9290	9204	9118	9033	8948	8863	8779	8695	8612
1,0	8529	8447	8365	8283	8202	8121	8040	7960	7880	7801
1,1	7722	7644	7566	7488	7410	7333	7257	7180	7104	7028
1,2	6953	6878	6804	6729	6655	6581	6508	6435	6362	6290
1,3	6218	6146	6074	6003	5932	5861	5791	5721	5651	5582
1,4	5513	5444	5376	5308	5240	5172	5105	5038	4971	4904
1,5	4838	4772	4706	4641	4576	4511	4446	4381	4317	4253
1,6	4189	4125	4062	3999	3936	3874	3811	3749	3687	3625
1,7	3564	3503	3442	3381	3321	3261	3201	3141	3081	3022
1,8	2963	2905	2846	2788	2729	2671	2613	2556	2498	2441
1,9	2383	2326	2270	2213	2157	2100	2044	1989	1933	1878
2,0	1822	1767	1713	1658	1604	1549	1495	1441	1388	1334
2,1	1280	1227	1174	1121	1068	1015	0963	0911	0859	0807
2,2	0755	0704	0653	0601	0550	0499	0449	0398	0348	0297
2,3	0247	0197	0148	0098	0049	9999	9950	9901	9852	9803
2,4	0,7 9754	9706	9658	9609	9561	9513	9465	9418	9370	9323
2,5	9275	9228	9181	9135	9088	9041	8995	8949	8902	8856
2,6	8810	8764	8719	8673	8628	8582	8537	8492	8448	8403
2,7	8358	8314	8270	8225	8181	8137	8093	8050	8006	7963
2,8	7919	7876	7833	7790	7747	7704	7661	7619	7576	7534
2,9	7491	7449	7407	7365	7323	7281	7240	7198	7157	7115

Таблица VIII

$S : h = 0,30 d_e$										
$+\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,91 652	702	752	802	852	901	948	996	043	089
0,1	0,92 136	181	226	270	314	359	402	444	487	529
0,2	571	611	652	692	733	773	811	849	888	926
0,3	964	000	037	073	110	146	181	216	250	285
0,4	0,93 320	353	387	420	454	487	519	551	582	614
0,5	646	676	706	737	767	797	826	855	884	913
0,6	942	970	998	026	054	082	109	136	163	190
0,7	0,94 217	243	269	295	321	347	372	397	423	448
0,8	473	497	521	546	570	594	617	641	664	688
0,9	711	734	756	779	801	824	846	868	889	911
1,0	933	954	975	997	018	039	059	080	100	121
1,1	0,95 141	161	181	200	220	240	259	278	298	317
1,2	336	355	373	392	410	429	447	465	483	501
1,3	519	537	554	572	589	607	624	641	658	675
1,4	692	709	725	742	758	775	791	807	823	839
1,5	855	871	886	902	917	933	948	963	979	994
1,6	0,96 009	024	039	053	068	083	097	112	126	141
1,7	155	169	183	197	211	225	239	253	266	280
1,8	294	307	321	334	348	361	374	387	401	414
1,9	427	440	453	465	478	491	503	516	528	541
2,0	553	565	577	590	602	614	626	638	650	662
2,1	674	686	697	709	720	732	743	755	766	778
2,2	789	800	811	822	833	844	855	866	876	887
2,3	898	909	920	930	941	952	962	973	983	994
2,4	0,97 004	014	024	034	044	054	064	074	084	094
2,5	104	114	123	133	142	152	162	171	181	190
2,6	200	209	218	228	237	246	255	264	274	283
2,7	292	301	310	319	328	337	345	354	363	372
2,8	381	390	398	407	415	424	432	441	449	458
2,9	466	474	482	491	499	507	515	523	532	540

Таблица VIII

$S : h = 50 d_e$										
$+\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	1,00 000	·999	·999	·998	·996	·994	991	·988	984	·980
0,1	0,99 976	971	966	960	954	948	941	934	927	919
0,2	911	903	894	885	876	867	857	847	837	827
0,3	816	805	793	782	770	759	746	734	721	709
0,4	696	682	669	655	642	628	613	598	584	569
0,5	554	539	523	508	492	477	461	445	429	413
0,6	397	380	364	347	331	314	297	279	262	244
0,7	227	209	191	173	155	137	119	100	082	063
0,8	045	026	007	·989	·970	·951	·932	·912	·893	·873
0,9	0,98 854	834	814	795	775	755	735	715	694	674
1,0	654	634	613	593	572	552	531	510	490	469
1,1	448	427	406	385	364	343	322	300	279	257
1,2	236	214	193	171	150	128	106	084	063	041
1,3	019	·997	·975	·952	·930	·908	·886	·863	·841	·818
1,4	0,97 796	773	751	728	706	683	660	637	615	592
1,5	569	546	523	500	477	454	431	408	385	362
1,6	339	316	293	269	246	223	200	176	153	129
1,7	106	082	059	035	012	·988	·964	·940	·917	·893
1,8	0,96 869	845	821	797	773	749	725	701	676	652
1,9	628	604	579	555	530	506	481	457	432	408
2,0	383	358	334	309	285	260	235	211	186	162
2,1	137	112	088	063	039	014	989	·964	·939	·914
2,2	0,95 889	864	839	814	789	764	739	714	689	664
2,3	639	614	589	563	538	513	488	462	437	411
2,4	386	360	335	309	284	258	232	207	181	156
2,5	130	104	078	053	027	001	·975	·949	·924	·898
2,6	0,94 872	846	820	795	769	743	717	691	665	639
2,7	613	587	561	534	508	482	456	430	403	377
2,8	351	325	298	272	245	219	193	166	140	113
2,9	087	060	034	007	·981	·954	927	900	·874	·847

ЛИТЕРАТУРА

1. B. S. Ellefsona. N. W. Taylor. J. Am. Ceram. Soc., **21**, № 6, 193, 1938.
 2. D. W. White. Trans. Am. Soc. Met., **55**, p. II, 757, 1962.
 3. E. W. Dismuks. J. Phys. Chem., **63**, № 2, 312, 1959.
 4. C. Kemball. Trans. Faraday Soc., **42**, p. 6, 7, 526, 1946.
 5. J. M. Andreas, E. A. Hauser, W. B. Tucker, J. Phys. Chem., **42**, 1001, 1938.
 6. В. И. Мелик-Гайказян. Изв. ТПИ, т. 136, 1965.
 7. Н. К. Адам. Физика и химия поверхностей. ОГИЗ, М. 1947.
 8. F. Bashforth a. I. C. Adams. Copillary Action, Cambridge, University Press, 1883.
-